

Aplikasi Sistem Informasi Geografi dan Penginderaan Jauh untuk Estimasi Kerusakan Pemukiman Akibat Banjir Lahar di Kecamatan Ngluwar Magelang

Rosalina Kumalawati
Fakultas Geografi UGM
Yogyakarta, Indonesia
rosalinaunlam@gmail.com

Ahmad Syukron Prasaja
Fakultas Geografi UGM
Yogyakarta, Indonesia

Rijanta
Fakultas Geografi UGM
Yogyakarta, Indonesia

Seftiawan Samsu Rijal
Fakultas Geografi UGM
Yogyakarta, Indonesia

Junun Sartohadi
Fakultas Geografi UGM
Yogyakarta, Indonesia

Rimawan Pradiptyo
Fakultas Ekonomika dan Bisnis UGM
Yogyakarta, Indonesia

Abstrak—Gunungapi Merapi merupakan salah satu gunungapi paling aktif di dunia. Secara administratif, lereng sisi selatan berada dalam administrasi Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, dan sisanya berada pada Provinsi Jawa Tengah, yaitu Kabupaten Magelang di sisi barat, Kabupaten Boyolali di sisi utara dan timur, serta Kabupaten Klaten di sisi tenggara. Beberapa bahaya yang ditimbulkan oleh erupsi Gunungapi Merapi salah satunya bencana banjir lahar yang dapat menyebabkan beberapa kerusakan, diantaranya kerusakan pemukiman. Magelang merupakan salah satu Kabupaten yang terkena dampak bencana banjir lahar dimana salah satunya Kecamatan Ngluwar yang berbatasan dengan Kecamatan Salam dan Tempel di sebelah timur, dengan Kecamatan Muntilan dan Borobudur di sebelah utara, dengan Kecamatan Kalibawang di sebelah barat dan berbatasan dengan Kecamatan Minggir di sebelah selatan.

Tujuan dari penelitian ini adalah memanfaatkan aplikasi Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh untuk memetakan estimasi kerusakan pemukiman akibat banjir lahar di Kecamatan Ngluwar dengan menggunakan citra Ikonos dan beberapa peta pendukungnya. Penelitian ini tidak mengangkat aktivitas tanggap bencana, akan tetapi lebih fokus pada teknis pemetaan.

Daerah yang tidak rusak jauh lebih luas dibandingkan daerah yang rusak. Hal ini mengindikasikan metode ini cukup berhasil dalam menggambarkan kondisi bencana daerah penelitian. Aplikasi SIG dalam menentukan lokasi risiko ini dapat dilakukan pada sungai-sungai yang berhulu di Gunungapi, guna mengurangi dampak akibat dari bencana banjir lahar di masa yang akan datang. Perlunya pengelolaan secara komprehensif antara pemerintah, masyarakat, dan akademisi dalam hal mengurangi risiko bencana.

Kata kunci—Gunungapi Merapi; Banjir Lahar; Kerusakan Pemukiman

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki gunungapi aktif terbanyak di dunia, di mana kurang lebih terdapat 129 gunungapi aktif dan kurang lebih 500 gunungapi *non aktif* [1]. Adanya gunungapi dalam jumlah besar ini tentunya akan menyimpan banyak potensi bencana yang cukup dahsyat, di samping memiliki manfaat bagi lingkungan sekitar karena menyuburkan tanah serta memberikan sumberdaya alam lebih bagi daerah sekitar dampak

Gunungapi Merapi merupakan salah satu gunungapi teraktif di Indonesia dengan ketinggian puncak 2.968 mdpal (per 2006) yang terletak di bagian tengah Pulau Jawa [2]. Memiliki jenis letusan efusif (lelehan) dan eksplosif (ledakan). Secara administratif, lereng sisi selatan berada dalam administrasi Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, dan sisanya berada dalam wilayah Provinsi Jawa Tengah, yaitu Kabupaten Magelang di sisi barat, Kabupaten Boyolali di sisi utara dan timur, serta Kabupaten Klaten di sisi tenggara.

Gunungapi Merapi sudah meletus sebanyak 68 kali tercatat sejak tahun 1548. Selama ini masyarakat umum lebih mengenal Gunungapi Merapi karena potensi kebencanaannya yang besar, baik berupa guguran larva pijar, awan panas (*wedus gembel*) maupun aliran laharnya yang membawa material vulkanik yang membahayakan, diantaranya material pasir, kerikil dan bongkahan batu yang besar sampai sangat besar [2].

Lahar merupakan material piroklastik yang mengalir akibat bercampur dengan air hujan. Meskipun material lahar tersusun atas abu gunungapi dan fragmen batuan, tetapi banjir lahar mampu mengalir lebih deras dan lebih cepat jika dibandingkan dengan aliran air biasa. Pada beberapa penelitian menunjukkan bahwa kecepatan aliran lahar bisa mencapai lebih dari 65 kilometer per jam dan dapat mengalir deras hingga jarak lebih dari 80 kilometer [3]. Faktor utama yang memicu terjadinya aliran lahar di lereng Merapi adalah

hujan lebat yang terjadi di hulu. Air hujan dapat dengan mudah mengerosi material piroklastik yang lepas-lepas dan tanah di lereng atas Gunungapi Merapi, dan di dalam lembah sungai sekitar lereng atas Gunungapi Merapi [3]. Aliran banjir lahar dapat terjadi pada bagian endapan piroklastik yang belum kompak. Aliran permukaan pada endapan piroklastik yang belum kompak dapat mengangkutnya menjadi aliran lahar berkecepatan tinggi dengan gerakan laminar atau turbulen. Aliran tersebut semakin menurun lereng kandungan airnya akan semakin meningkat dan dapat mencapai jarak 20 km dari puncak atau mencapai lahan dengan ketinggian 200-300 mdpl [2].

Bahaya sekunder berupa aliran banjir lahar mengancam kawasan lebih rendah setelah pada tanggal 4 November 2010 terjadi hujan deras di sekitar puncak Merapi. Pada tanggal 5 November 2010 Kali Code di kawasan Kota Yogyakarta dinyatakan berstatus "awas" [4]. Sampai saat ini, aliran banjir lahar masih membanjiri sungai-sungai yang mengalir di lereng Gunungapi Merapi. Besarnya debit air sungai yang tidak menentu tiap harinya menambah kewaspadaan masyarakat akan bahaya banjir lahar dingin ini (suaramerdeka.com). Sama halnya dengan sungai yang mengarah ke barat daya Gunungapi Merapi, Kecamatan Ngluwar dilalui oleh Sungai Krasak, Sungai Blongkeng, Sungai Batang, Sungai Krasak, dan Sungai Progo, namun sungai yang paling potensial terhadap banjir lahar adalah Sungai Blongkeng, Sungai Putih, dan Sungai Krasak, hal ini dikarenakan material piroklastik banyak menumpuk di tiga sungai ini.

Terjadinya banjir lahar yang mengalir di wilayah Magelang dan sekitarnya jelas menimbulkan kerugian besar bagi penduduk sekitar. Dampak langsung dari turbulensi yang terjadi pada banjir lahar atau dari bongkah-bongkah batuan dan kayu yang dibawa aliran banjir lahar adalah menghancurkan dan merusak segala sesuatu yang ada di jalan jalur aliran banjir lahar. Aliran lahar juga bisa merusak jalan dan jembatan sehingga aliran banjir lahar juga dapat menyebabkan banyak orang terisolasi di daerah bahaya erupsi Gunungapi Merapi. Material bawaan hasil erupsi tersebut sangat mempengaruhi infrastruktur dan struktur buatan manusia di lingkungan sekitarnya diantaranya permukiman, fasilitas umum, sawah, bangunan, dsb.

Semakin meningkatnya jumlah permukiman di kawasan Merapi menambah besarnya risiko korban jiwa yang terkena dampak bencana aliran lahar. Permukiman sendiri diartikan sebagai tempat tinggal atau segala sesuatu yang berkaitan dengan tempat tinggal. Seiring berkembangnya waktu dan semakin naiknya jumlah penduduk, banyak lahan di sekitar lereng Gunungapi Merapi yang dimanfaatkan sebagai permukiman oleh warga sekitar, walaupun pada lahan tersebut berpotensi terkena bencana lahar dingin karena aliran lahar tersebut akan mengalir melanda bagian hilir sungai dan daerah dataran disekitarnya. Jangkauan banjir lahar ini tergantung pada jumlah material yang dibawa dan intensitas curah hujan yang terjadi. Tercatat banyak permukiman yang rusak akibat terkena sapuan lahar dingin yang mengalir di sekitar sungai.

Teknologi Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh diharapkan dapat membantu dalam menangani risiko bencana yang ada di Kecamatan Ngluwar, Kabupaten Magelang khususnya untuk estimasi kerusakan permukiman sehingga dapat digunakan untuk memberi peringatan dini akan adanya ancaman kerusakan permukiman akibat banjir lahar. Mengingat bahwa material hasil erupsi Merapi yang masih tersisa dalam jumlah besar hingga saat ini, maka dapat disimpulkan bahwa masih terdapat risiko banjir lahar yang akan menerjang di kawasan tersebut. Teknologi penginderaan jauh dapat memberikan kontribusi dalam mengkaji banjir lahar. Pemanfaatan citra penginderaan jauh akan membantu dalam penelitian ini karena parameter-parameter yang digunakan dapat diperoleh tanpa berhubungan secara langsung dengan objek yang dikaji.

II. TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui tingkat kerusakan permukiman di Kecamatan Ngluwar Kabupaten Magelang

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan *overlay*. *Overlay* adalah salah satu teknik dari *Polygon overlay* and *Dissolve Analysis Method* [5]. *Overlay* dipilih karena mampu melakukan integrasi atau disintegrasi dari satu peta atau lebih menjadi satu dataset baru. Peta yang diintegrasikan pada penelitian ini adalah peta buffer sungai, peta bentuklahan, peta blok bangunan dan peta kemiringan lereng. Keempat peta tersebut akan menghasilkan peta kerusakan permukiman.

TABLE I. SKORING PETA BENTU LAHAN

Bentuklahan	Skor
<i>Karst</i>	1
Lereng atas-bawah <i>volkan</i> . Lereng atas-bawah perbukitan <i>denudasional</i> , lereng atas-bawah perbukitan <i>structural</i>	2
Lereng kaki-dataran kaki <i>volkan</i> , lereng kaki perbukitan <i>denudasional</i> , lereng kaki perbukitan <i>structural</i>	3
<i>Marine</i>	4
<i>Fluvia</i>	5

Sumber: [6]

TABLE II. SKORING PETA KEMIRINGAN LERENG

Kemiringan Lereng	Skor
>20 %	1
14 – 20 %	2
8 – 13 %	3
3 – 7 %	4
0 – 2 %	5

Sumber: [7] dengan modifikasi

TABLE III. SKORING PETA BUFFER SUNGAI

Jarak Sungai	Skor
500 m	1
400 m	2
300 m	3

Sumber: [6]

Skoring pada masing – masing peta dilakukan untuk mendapatkan kelas kerusakan permukiman (Tabel 1 – 3). Interval kelas kerusakan permukiman dapat diketahui berdasar rumus:

$$\text{Interval} = \frac{\text{Jumlah harkat tertinggi} - \text{Jumlah harkat terendah}}{\text{Jumlah kelas}}$$

Hasil perhitungan menunjukkan daerah penelitian dapat dibagi menjadi tiga kelas kerusakan permukiman yaitu tidak rusak dengan skor interval 8-9,6, agak rusak 9,7-11,33 dan rusak 11,34 – 13.

Cek lapangan pembagian kelas kerusakan permukiman dilakukan dengan metode stratified proporsional random sampling dengan tingkat kerusakan permukiman di setiap dusun sebagai strata. Uji ketelitian klasifikasi kerusakan permukiman dan cek lapangan dilakukan dengan matrik konfusi atau tabel silang. Uji ketelitian dianggap baik apabila bernilai 84% atau lebih [8].

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kecamatan Ngluwar diapit oleh tiga sungai yaitu Sungai Blongkeng, Sungai Putih, dan Sungai Krasak sehingga daerah ini dikategorikan daerah rawan banjir lahar yang dapat menyebabkan kerusakan permukiman. Material hasil erupsi masih tampak jelas terdapat di sungai – sungai ini. Dari ketiga sungai besar tersebut, Sungai Putih dianggap paling berbahaya karena banyak kerusakan yang ditimbulkan akibat banjir lahar di Sungai Putih. Tidak hanya kerusakan pemukiman yang timbul tetapi juga kerusakan penggunaan lahan dan infrastruktur. Selain itu Sungai Blongkeng dan Sungai Krasak juga membawa material banjir lahar dalam volume yang besar, hanya saja risiko kerusakan yang ditimbulkan tidak separah Kali Putih.

Fokus penelitian ini adalah kerusakan yang bersifat fisik. Peta tematik menunjukkan terdapat tiga kelas kawasan yang rawan mengalami kerusakan permukiman akibat banjir lahar, yaitu kelas rusak, rusak sedang, dan tidak rusak. Estimasi kerusakan permukiman berdasarkan peta tematik yang dibuat diketahui luas permukiman yang masuk pada kategori rusak seluas 223.376 m² yang terbagi di desa Bligo, desa Blongkeng, dan desa Plosogede. Luas permukiman yang masuk pada kategori agak rusak seluas 392.584 m² yang terbagi di desa Plosogede, desa Blongkeng, desa Bligo, dan desa Somokaton. Luas permukiman yang masuk pada kategori tidak rusak seluas 3.482.228 m² yang terletak di desa Plosogede, Jamuskusuman, Karangtalun, Pakunden, Bligo, Ngluwar, dan Somokaton.

Cek lapangan atau survei perlu dilakukan untuk menguji tingkat akurasi hasil interpretasi. Cek lapangan dilakukan

terhadap pemukiman yang diestimasi mengalami kerusakan maupun tidak. Selain itu dilakukan pula wawancara terhadap penduduk sekitar untuk mengetahui gambaran kerusakan secara lebih detail. Sampel permukiman rusak maupun tidak diambil secara *random sampling* berdasarkan dusun.

Kelas permukiman rusak berdasarkan cek lapangan hanya terdapat diketahui dusun Blongkeng 1 seluas 47.379 m², dusun Blongkeng 2 seluas 14.569 m², dusun Sabrangkali seluas 32.020 m², dan dusun Basiran seluas 15.954 m² di desa Blongkeng secara keseluruhan seluas 99.505 m² dan dusun Gatak seluas 26.193 m² dan dusun Karang Sanggrahan seluas 15.954 m² di desa Plosogede secara keseluruhan seluas 42.147 m². Khusus dusun Bakalan Lor dan dusun Bakalan Kidul di desa Bligo tidak ditemui dusun yang mengalami rusak berat, hal ini dikarenakan tanggul yang dibangun mampu menahan laju banjir lahar, serta debit banjir lahar yang tidak sebesar di Sungai Putih menyebabkan daerah ini tidak mengalami kerusakan.

Kelas permukiman agak rusak berdasarkan cek lapangan diketahui sebagian dusun Karang Sanggrahan, dusun Druju Tegal, dusun Dongkelan, sebagian dusun Ngemplak, sebagian dusun Gatak, dusun Gajuran di desa Plosogede seluas 139.551 m²; dan dusun Dawang, dusun Caruban, dan dusun Ngentak Banaran, di desa Blongkeng seluas 115.006 m² berdasarkan hasil cek lapangan, daerah ini memang mengalami sedikit kerusakan permukiman akibat bencana banjir lahar. Sedangkan dusun Banaran di desa Somokaton dan dusun Blaburan di desa Bligo tidak ditemukan kerusakan, hal ini dikarenakan tanggul yang dibangun mampu menahan laju banjir lahar, serta debit banjir lahar yang tidak sebesar di Sungai Putih menyebabkan daerah ini tidak mengalami kerusakan.

Kelas permukiman tidak rusak merupakan kelas yang paling luas, hasil interpretasi dengan metode *overlay* yang kemudian di validasi dengan cek lapangan sesuai, hal ini dikarenakan daerah ini jauh dari aliran sungai utama tiga sungai yang dialiri banjir lahar. Daerah yang masuk pada klasifikasi permukiman tidak rusak adalah desa Bligo, Jamuskusuman, Karangtalun, Ngluwar, Pakunden, Plosogede, dan Somokaton dengan luas keseluruhan 3.701.977 m². Masing-masing luas desa berdasarkan klasifikasi kerusakan permukiman ditampilkan pada Tabel 5.

TABLE IV. LUAS PERMUKIMAN BERDASARKAN KLASIFIKASI KERUSAKAN DAN DESA

No	Klasifikasi kerusakan permukiman	Desa	Luas permukiman rusak m2	Total
1	Tidak rusak	Bligo	1.083.506	3.701.977
2		Jamuskauman	517.546	
3		Karangtalun	382.092	
4		Ngluwar	734.882	
5		Pakunden	503.732	
6		Plosogede	142.041	
7		Somokaton	338.176	
8	Agak Rusak	Blongkeng	115.006	254.558
9		Plosogede	139.551	
10	Rusak	Blongkeng	99.505	141.652

11	Plosogede	42.147	
Total		4.098.188	4.098.188

Uji ketelitian dilakukan setelah validasi dengan tabel matrik uji ketelitian lapangan pada Tabel 6. sebagai berikut dengan membandingkan hasil interpretasi terhadap hasil cek lapangan dengan melihat diagonal matrik yang mengindikasikan hasil interpretasi sesuai dengan kondisi lapangan.

TABLE V. TABEL PERHITUNGAN Matrik Uji Konfusi

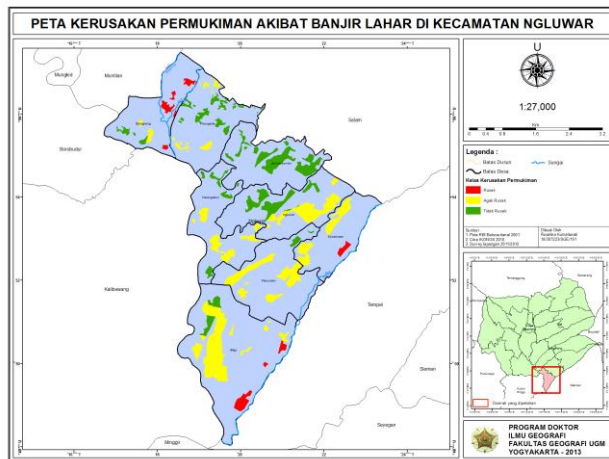
No	Interpretasi	Hasil Cek Lapangan			Total
		Rusak	Agak Rusak	Tidak Rusak	
1	Rusak	3	3	0	6
2	Agak Rusak	0	6	2	8
3	Tidak Rusak	0	0	20	20
Total		3	9	22	34

Jumlah diagonal = 29

Total = 34

Ketelitian = $\frac{29}{34} \times 100\% = 85\%$

Berdasarkan hasil uji ketelitian diketahui bahwa ketelitian metode ini mencapai 85 %, dengan makna hasil



Gambar 1. Peta Kerusakan Permukiman Akibat Banjir Lahar di Kecamatan Ngluwar

interpretasi masuk syarat diterimanya hasil interpretasi. Berdasarkan hasil uji ketelitian perlu di buat peta kerusakan permukiman akibat banjir lahar. dengan mengubah hasil interpretasi sehingga sesuai dengan kenyataan di lapangan yang ditampilkan pada Gambar 1.

Bahaya sekunder Gunungapi Merapi sebenarnya dapat diprediksi lebih awal di setiap sungai yang berhulu di Gunungapi Merapi dengan metode ini, sehingga risiko bencana yang terjadi dapat diminimalisir. Kejadian bencana di Kali Putih menjadikan pelajaran penting bagi semua pihak, baik masyarakat, pemerintah, hingga akademisi.

Bagi masyarakat perlunya terus waspada serta meningkatkan kapasitas individu maupun kelompok untuk dapat mengurangi dampak bencana. Bagi pemerintah perlunya pembuatan peta risiko khususnya sungai-sungai yang berhulu di Gunungapi Merapi agar masyarakat tahu kapasitas apa yang harus ditingkatkan. Bagi akademisi perlunya membantu pemerintah dalam pembuatan peta risiko bencana banjir lahar. dengan pengelolaan komprehensif diharapkan dampak banjir lahar di masa yang akan datang dapat diminimalisir.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil interpretasi yang divalidasi dengan cek lapangan diketahui:

1. Daerah yang tidak rusak jauh lebih luas dibandingkan daerah yang rusak. Hal ini mengindikasikan metode ini cukup berhasil dalam menggambarkan kondisi bencana daerah penelitian.
2. Aplikasi SIG dalam menentukan lokasi risiko ini dapat dilakukan pada sungai-sungai yang berhulu di Gunungapi, guna mengurangi dampak akibat dari bencana banjir lahar di masa yang akan datang.
3. Perlunya pengelolaan secara komprehensif antara pemerintah, masyarakat, dan akademisi dalam hal mengurangi risiko bencana.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini adalah sebagian kecil dari Disertasi yang sedang dikerjakan oleh Rosalina Kumalawati. Ucapan terima kasih dan salam hormat kami sampaikan kepada para pembimbing disertasi yaitu Prof. R. Rijanta selaku promotor, Prof. Junun Sartohadi selaku ko-promotor (keduanya dari Fakultas Geografi UGM) dan Dr. Rimawan Pradipto selaku ko-promotor (Fakultas Ekonomika dan Bisnis UGM). Semoga selalu terjalin silaturahmi diantara kita.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bronto, Sutikno. 2010. *Publikasi Khusus Geologi Gunung Api Purba*. Badan Geologi Kementrian ESDM; Bandung.
- [2] Sutikno, Wahyu, Langgeng, Widiyanto, Kurniawan, Andri, Heri P, Taufik. 2007. *Kerajaan Merapi, Sumberdaya Alam dan Dukungannya*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- [3] Daryono, 2011, *Waspada! Ancaman Banjir Lahar Merapi di Puncak Musim Hujan*, [online], (<http://daryonobmkg.wordpress.com/2011/01/14/> diakses tanggal 22 Februari 2013).
- [4] Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). 2011. *Peta Lokasi Desa Terdampak Banjir Lahar Dingin Gunung Merapi*, [online], (<http://geospasial.bnpb.go.id/>). Diakses pada tanggal 8 Februari 2012).
- [5] Dangermond, Jack. 1983. *A Classification of Software Components Commonly Used in Geographic Information System*. IGU; New York.
- [6] Sutikno, 2004. *Manajemen Kebencanaan di Indonesia. Bahan Pelatihan SIPBI*. Yogyakarta: PSBA UGM.
- [7] Vestappen, H. Th., and R.A. Van Zuidam, 1968. *Chapter VII.2 ITC System of Geomorphological Survey*. Netherlands; International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC)
- [8] Sutanto. 1994. *Penginderaan Jauh Jilid 2*. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.